



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 101 08 469 A 1**

(51) Int. Cl. 7:

**B 21 D 31/00**

(21) Aktenzeichen: 101 08 469.2  
(22) Anmeldetag: 22. 2. 2001  
(43) Offenlegungstag: 12. 9. 2002

**DE 101 08 469 A 1**

(71) Anmelder:  
XCELLSIS GmbH, 70567 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:  
Achim Breiter, Rolf W. Einsele, Dr. Werner Fröhling,  
Eberhard Hamilton, 70327 Stuttgart

(72) Erfinder:  
Ruck, Joachim, Dipl.-Ing., 89520 Heidenheim, DE;  
Tischler, Alois, Dipl.-Ing. (FH), 94501 Aidenbach, DE;  
Weisser, Marc, Dipl.-Ing. (FH), 73277 Owen, DE

(56) Entgegenhaltungen:

DE 198 01 374 A1  
DE 196 43 934 A1  
DE 100 18 691 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Herstellverfahren für mikrostrukturierte Bleche

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung mikrostrukturierter Bleche, wobei in einem kontinuierlichen Prägeschritt auf einer Seite des Blechs Mikrostrukturen in die Blechoberfläche eingebracht werden, während die Oberflächenstruktur der anderen Seite im wesentlichen nicht verändert wird. Der Prägeschritt wird mittels einer Prägewalze durchgeführt, die ein Negativ der einzuprägenden Mikrostruktur aufweist, wobei die Flanken der Mikrostruktur einen Winkel von mindestens 5° gegenüber den senkrechten bilden und das Negativ in den die Mikrostruktur umgebenden Bereiche Ausgleichsstrukturen zur Vergleichmäßigung der Umformung über den Walzenspalt enthalten.

Die Erfindung betrifft ebenso die Verwendung dieser Bleche.

**DE 101 08 469 A 1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung mikrostrukturierter Bleche sowie die Verwendung des Verfahrens.

[0002] In DE 198 01 374 A1 werden Verfahren offenbart, die zur Herstellung von mikrostrukturierten Blechen geeignet sind. Dies sind beispielsweise Verfahren wie Ätzen, Fräsen, Prägen, Stanzen oder Drahterdrieren.

[0003] Bisher werden mikrostrukturierte Bleche durch galvanische (Abtrag oder Aufbau von Material), chemische (Ätzen), elektrische (Erodieren), elektrochemische (ECM-Verfahren), mechanische (HSC-Fräsen, Gravieren) oder Laserabtrag-Verfahren hergestellt. Nachteilig bei allen genannten Verfahren sind die hohen Herstellkosten. Bei den beiden letzten genannten Verfahren ist als Nachteil ein hoher Wärmeeintrag, der zum Verzug der Bleche führt, zu nennen. Bei den galvanischen, chemischen bzw. elektrochemischen Verfahren ist eine aufwendige Entsorgung bzw. ein Recycling der eingesetzten Materialien notwendig; außerdem muß am Schluß des jeweiligen Prozesses noch ein weiterer Verfahrensschritt, das Feinwalzen, angehängt werden, um Bleche mit hoher Parallelität zu erhalten, die für den weiteren Fertigungsverlauf benötigt werden. Des Weiteren können bei chemischen Verfahren (Ätzen) aus Gründen der Korrosion nicht alle Materialien für Bleche eingesetzt werden. Hochlegierte Cr-Ni-Stähle bzw. Ni-Basis-Legierungen sind nicht für das Ätzen geeignet und es muß daher auf teurere Materialien zurückgegriffen werden.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein kostengünstiges, für die Massenproduktion geeignetes Verfahren für hohe Stückzahlen zur Verfügung zu stellen, das eine hohe Maßhaltigkeit der Bleche bei nur geringem Wärmeeinfluß während des Prägens aufweist.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung mikrostrukturierter Bleche mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie die Verwendung nach Anspruch 11 vor.

[0006] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist in besonders vorteilhafter Weise eine sehr gute Oberflächenqualität realisierbar, die den Korrosionsangriff durch aggressive Medien nicht fördert, wie dies beim Ätzen der Fall ist, bei dem die Korngrenzen freiliegen und einem Korrosionsangriff Vorschub leisten. Des Weiteren ist das Verfahren sehr umweltfreundlich.

[0007] Die weiteren Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0008] Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen weiter beschrieben. In dieser zeigt

[0009] Fig. 1a in schematischer Weise das Prägen eines Blechs mittels einer strukturierten Prägewalze und

[0010] Fig. 1b einen Ausschnitt aus Fig. 1a

[0011] Fig. 2a schematisch eine mögliche Anordnung einer Negativstruktur auf einer Prägewalze, die zum einen die Mikrostruktur und zum anderen die Ausgleichsstrukturen enthält und

[0012] Fig. 2b einen Ausschnitt aus Fig. 2a

[0013] Die Mikrostrukturierung der Bleche erfolgt durch das erfindungsgemäße Verfahren, wobei in einem kontinuierlichen Prägeschritt auf einer Seite Mikrostrukturen in die Blechoberfläche eingebracht werden, während die Oberflächenstruktur der anderen Seite im wesentlichen nicht verändert wird. Der Prägeschritt wird mittels einer Prägewalze (1) durchgeführt, die ein Negativ der einzuprägenden Mikrostruktur (3) aufweist, wobei die Flanken (5) der Mikrostruktur einen Winkel von mindestens 5° gegenüber der Senkrechten bilden und das Negativ in den die Mikrostruktur umgebenden Bereichen Ausgleichsstrukturen (4) zur Ver-

gleichmäßigung der Umformung über den Walzenspalt enthalten. Dies wird in Fig. 1a und Fig. 1b schematisch dargestellt.

[0014] Unter Blechen (2) im Sinne der Erfindung versteht man metallische Bauteile, die beispielsweise aus Stahl, insbesondere aus rostfreien Stählen wie z. B. Cr-Ni-Stählen, aus Aluminium, Ni, Ni-Legierungen, Pd, Pd-Legierungen, Cu, Cu-Legierungen sein können.

[0015] Das Blech (2) kann vor dem Prägen mittels induktiver Heizung oder mittels IR-Strahlern erwärmt werden, wobei die verwendeten Temperaturen im Bereich zwischen Raumtemperatur bis 300°C liegen können und materialabhängig sind. Bei dem anschließenden Prägeschritt, der sogenannten Kaltwalzung bei Raumtemperatur bis 300°C, wird das Material vollständig plastifiziert, d. h. es kommt zu einer Kornzertrümmerung aufgrund der geringen Materialdicke und des starken Umformgrads. Der Walzdruck des Prägeschrittes liegt im Bereich von etwa 30 bis 1000 t, bevorzugt im Bereich von 50 bis 500 t. Während des Prägens erfolgt eine Reduktion des zu prägenden Materials, das sich außerdem im Walzenspalt stark verfestigt. Damit sich das Material beim Durchlaufen durch den Walzenspalt nicht verklemmt, zeigt die Prägung (Mikrostruktur) (3) auf der Walze (1) an den Flanken (5) einen Winkel von mindestens 5° und das Negativ in den die Mikrostruktur umgebenden Bereiche enthält Ausgleichsstrukturen (4), die zu einer Vergleichsmäßigung der Umformung über den Walzenspalt bzw. über die Blechbreite führen und damit zu einer gleichmäßigen Voreilung. Mit dieser Maßnahme werden vorteilhaftweise Risse im Blech vermieden und eine gute Planheit gewährleistet, da das Material über die Breite des Walzenspalts gleichmäßig nach vorne fließt. Eine schematische Darstellung ist in Fig. 2a gezeigt. Fig. 2b zeigt einen Schnitt durch die Walze mit gleichmäßiger Anordnung von Mikro- (3) und Ausgleichsstrukturen (4). Die starke Verformung führt jedoch notgedrungen zu Eigenspannungen im Blech. Die Prägewalze (1) selbst kann eine ballige Form aufweisen.

[0016] Das Verfahren wird in bezug auf den Prägeschritt kraft- und/oder weggesteuert durchgeführt. Bei kraftgesteueter Verfahrensführung wird die Walzkraft über einen Kontakt- und Regelmechanismus konstant gehalten, die Walzenspalthöhe in Abhängigkeit von lokalem Umformgrad und Eingangsquerschnitt des Blechs ist variabel einstellbar. Bei weggesteuerter Verfahrensführung wird hingegen die Walzenspalthöhe über einen Kontakt- und Regelmechanismus konstant gehalten, wogegen die Walzkraft in Abhängigkeit von lokalem Umformgrad und Eingangsquerschnitt des Blechs variabel einstellbar ist. Das Verfahren kann auch eine Kombination von kraft- und weggesteuerter Verfahrensführung sein. Während des Prägens kommt es zu einer Kornneubildung (Rekristallisation), die vergleichbar ist mit dem alten Korngefüge. Das Blech wird nach dem Prägeschritt einem Kalibrierschritt unterworfen. Dieser Kalibrierstich dient der Egalisierung des Prägeprofils. Zur Reduktion von

Eigenspannungen des mikrostrukturierten Blechs folgt auf den Kalibrierschritt mindestens ein Glühschritt. Die Temperaturen während des Glühprozesses liegen im Bereich von etwa 500 bis 1200°C abhängig von der Art des zu prägenden Materials. Der Glühprozess wird unter Sauerstoffausschluß durchgeführt, bevorzugt in einer wasserstoff- und/oder stickstoffhaltigen Atmosphäre, zur Reduktion oder Verhinderung einer Oxidhautbildung an der Oberfläche des Werkstoffs.

[0017] Anschließend wird das mikrostrukturierte Blech nach dem Kalibrier- und/oder Glühschritt einem Richtprozeß bei Raumtemperatur unterworfen. Das kontinuierliche Verfahren kann zwischen Präge- und Kalibrierschritt entkoppelt werden und die nach dem Prägeschritt anfallenden

Verfahrensstufen in einer separaten Anlage kontinuierlich weitergeführt werden.

[0018] Die Mikrostrukturen, die nach dem erfindungsge-mäßen Verfahren hergestellt werden, weisen eine Tiefe von etwa 0,1 bis 0,5 mm auf, wobei das Blech während des Ver-fahrens eine Dünning um etwa 50% erfährt. 5

[0019] Das Verfahren findet bevorzugt Anwendung zur Herstellung eines Mikroreaktors, Mikrowärmeüberträgers, öl-, katalytisch oder Heißgas-beheizten Verdampfers, eines Membranmoduls zur H<sub>2</sub>-Abtrennung oder einer Brennstoff-Brennstoffzelle, insbesondere einer Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle, wobei die nach dem erforderlichen Verfahren hergestellten Vorrichtungen sich gleichermaßen für Wasserstoff-, reformatbetriebene oder Direkt-Methanol-Brennstoffzellen eignen. 10 15

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung mikrostrukturierter Ble-che, wobei in einem kontinuierlichen Prägeschritt auf einer Seite des Blechs Mikrostrukturen in die Blech-oberfläche eingebbracht werden, während die Oberflä-chenstruktur der anderen Seite im wesentlichen nicht verändert wird, wobei der Prägeschritt mittels einer Prägewalze durchgeführt wird, die ein Negativ der ein-zuprägenden Mikrostruktur aufweist, wobei die Flan-ken der Mikrostruktur einen Winkel von mindestens 5° gegenüuber der Senkrechten bilden und das Negativ in den die Mikrostruktur umgebenden Bereiche Aus-gleichsstrukturen zur Vergleichmäßigung der Umfor-mung über den Walzenspalt enthalten. 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Blech vor dem Prägen erwärmt wird.
3. Verfahren nach einem der vorangegangenen An-sprüche, wobei das Verfahren in bezug auf den Prä-ge schritt kraft- und/oder weggesteuert durchgeführt wird. 35
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Walzdruck des Prägeschrittes in einem Bereich von etwa 30 bis 1000 t liegt.
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen An-sprüche, wobei das Blech nach dem Prägeschritt einem Kalibrierschritt unterworfen wird. 40
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei dem Kalibrier-schritt mindestens ein Glühschritt zur Reduktion von Eigenspannungen des mikrostrukturierten Blechs folgt. 45
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Glühprozeß unter Sauerstoffausschluß durchgeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei das mi-krostrukturierte Blech nach dem Kalibrier- und/oder Glühschritt einer Streckung bei Raumtemperatur unter-worfen wird. 50
9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Mikrostruk-turen bevorzugt eine Tiefe von etwa 0,1 bis 0,5 mm aufweisen.
10. Verfahren nach einem der vorangegangenen An-sprüche, wobei das Blech während des Verfahrens eine Dünning um etwa 50% erfährt. 55
11. Verwendung des Verfahrens nach einem der voran-gegangenen Ansprüche bevorzugt zur Herstellung ei-nes Mikroreaktors, Mikrowärmeüberträgers, öl-, kata-lytisch oder Heißgas-beheizten Verdampfers, eines Membranmoduls zur H<sub>2</sub>-Abtrennung oder einer Brenn-stoffzelle. 60

**- Leerseite -**

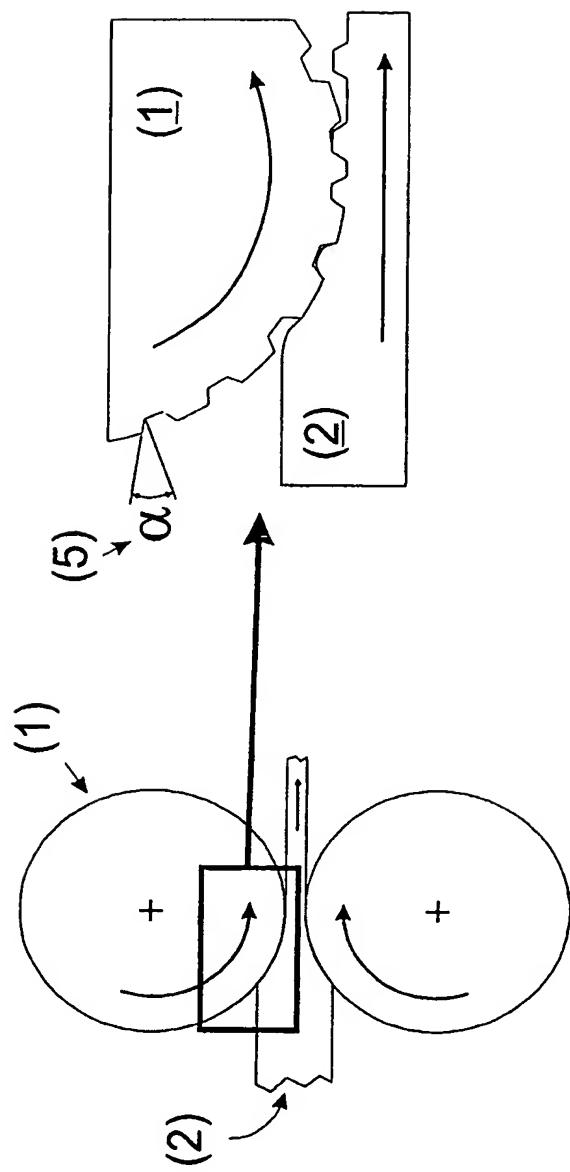


Fig. 1 b

Fig. 1 a

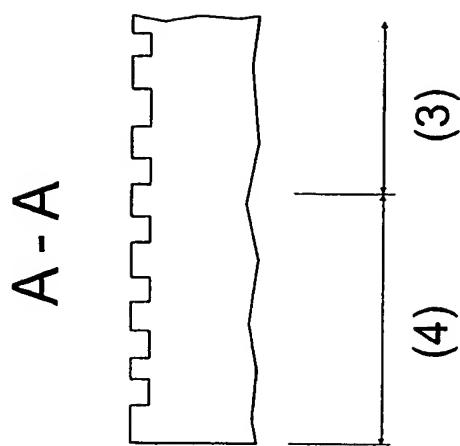


Fig. 2 b

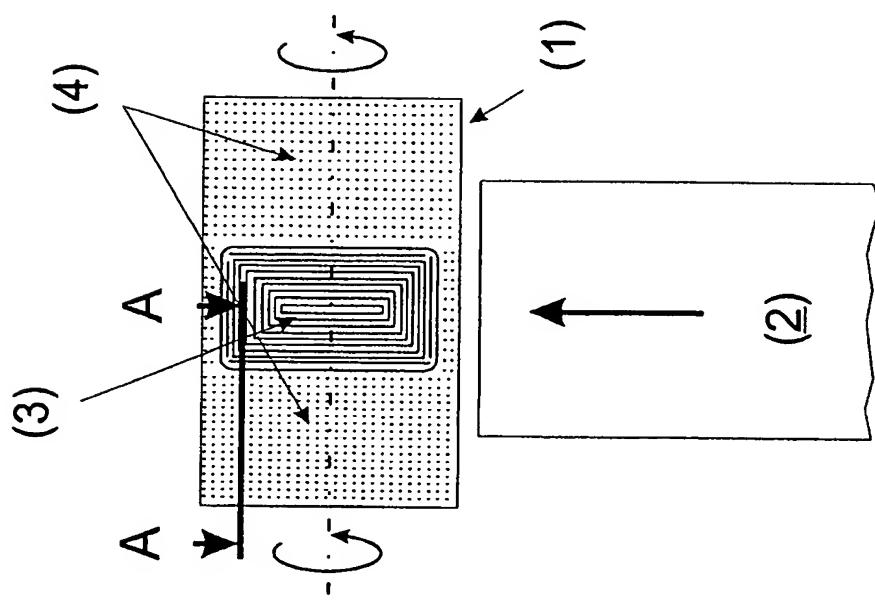


Fig. 2 a